

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Februar 2006 (02.02.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/010363 A3

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01S 5/32 (2006.01) *H01S 1/00* (2006.01)
H01S 5/34 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/001305
- (22) Internationales Anmeldedatum:
22. Juli 2005 (22.07.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 035 635.1 22. Juli 2004 (22.07.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG** [DE/DE]; Biegenstr. 10, 35032 Marburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KOCH, Stephan, W.** [DE/DE]; Hardtstr. 11, 35112 Fronhausen-Oberwalgern

(DE). **KIRA, Mackillo** [FI/DE]; Pfarracker 9, 35043 Marburg-Bauerbach (DE).

(74) Anwälte: **OLBRICHT, Karl** usw.; Am Weinberg 15, 35096 Weimar (DE).

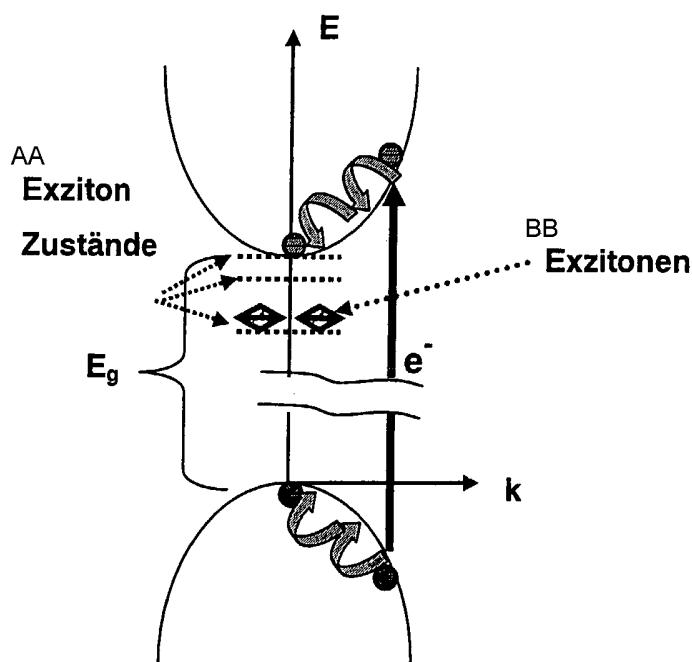
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROMAGNETIC RADIATION EMITTER ELEMENTS AND METHOD FOR GENERATION OF POPULATION INVERSIONS IN SAID EMITTER ELEMENTS

(54) Bezeichnung: ERFINDUNG BETREFFEND EMITTERELEMENTE ELEKTROMAGNETISCHER STRAHLUNG SOWIE VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON BESETZUNGSINVERSIONEN IN SOLCHEN EMITTERELEMENTEN



AA ... EXCITONIC STATE
BB ... EXCITONIC

(57) Abstract: A novel method is disclosed, for generation of populations in excitonic p-states and hence a method for generation of population inversions of excitons, i.e. between the energetically discrete states thereof in materials, in which excitons (bonded electron/hole pairs) can be generated. Furthermore, emitter elements are disclosed, in the form of lasers or amplifiers (excitonic THz Lasers) or oscillators, using said method to generate or amplify electromagnetic radiation corresponding to the energetic separation of the excitonic states or for use as a clock (oscillator).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein neuartiges Verfahren zur Erzeugung von Besetzungen in excitonischen p-Zuständen und damit ein Verfahren zur Erzeugung von Besetzungsinversionen von Exzitonen, d.h. zwischen deren energetisch beabstandeten Zuständen in Materialien vorgeschlagen, in welchen Exzitonen (gebundene Elektronen-Loch-Paare) erzeugt werden können. Weiterhin werden Emittierelemente und in Form von Lasern oder Verstärker („exzitonic THz Laser“) oder Oszillatoren vorgeschlagen, welchen das erfindungsgemäße Verfahren nutzen, um entsprechend den energetischen Abständen der Exzitonen-Zustände elektromagnetische Strahlung zu erzeugen oder zu verstärken oder in Form eines Zeitmaßes (Oszillator) zu nutzen.

WO 2006/010363 A3



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen

Recherchenberichts:

31. August 2006

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2005/001305

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01S5/32 H01S5/34 H01S1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	J N HOVENIER ET.AL.: "Stimulated THz emission from resonant intra-center optical pumped Si:P and Si:Bi" PROCEEDINGS SYMPOSIUM IEEE/LEOS BENELUX CHAPTER, 1 September 2002 (2002-09-01), pages 167-170, XP002379052 Amsterdam page 167; figure 1	1, 11, 13
A	EP 0 762 565 A (HIROSHIMA UNIVERSITY) 12 March 1997 (1997-03-12) the whole document	1, 11, 13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 2006

Date of mailing of the international search report

22/05/2006

Name and mailing address of the ISA/
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

 Claessen, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2005/001305

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	8079516 HASTIN ET AL: "stimulated terahertz emission from group V donors in silicon under intracenter photoexcitation" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 80, no. 19, 13 May 2002 (2002-05-13), pages 3512-3514, XP002379053 U S A the whole document -----	1,11,13
P,X	M. KIRA ET AL: "Exciton population inversion and terahertz gain in semiconductors excited in resonance" PHYSICAL REVIEW LETTERS, vol. 93, no. 7, 13 August 2004 (2004-08-13), XP002379054 U S A the whole document -----	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2005/001305

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0762565	A	12-03-1997	
		AT 254811 T	15-12-2003
		CA 2184682 A1	05-03-1997
		DE 69630746 D1	24-12-2003
		DE 69630746 T2	30-09-2004
		JP 2728200 B2	18-03-1998
		JP 9074239 A	18-03-1997

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01S5/32 H01S5/34 H01S1/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01S		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, INSPEC		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	J N HOVENIER ET.AL.: "Stimulated THz emission from resonant intra-center optical pumped Si:P and Si:Bi" PROCEEDINGS SYMPOSIUM IEEE/LEOS BENELUX CHAPTER, 1. September 2002 (2002-09-01), Seiten 167-170, XP002379052 Amsterdam Seite 167; Abbildung 1	1,11,13
A	EP 0 762 565 A (HIROSHIMA UNIVERSITY) 12. März 1997 (1997-03-12) das ganze Dokument ----- ----- -/--	1,11,13
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist 		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 28. April 2006		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 22/05/2006
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Claessen, L

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	8079516 HASTIN ET AL: "stimulated terahertz emission from group V donors in silicon under intracenter photoexcitation" APPLIED PHYSICS LETTERS, Bd. 80, Nr. 19, 13. Mai 2002 (2002-05-13), Seiten 3512-3514, XP002379053 U S A das ganze Dokument	1,11,13
P,X	----- M. KIRA ET AL: "Exciton population inversion and terahertz gain in semiconductors excited in resonance" PHYSICAL REVIEW LETTERS, Bd. 93, Nr. 7, 13. August 2004 (2004-08-13), XP002379054 U S A das ganze Dokument -----	1-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/001305

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0762565	A	12-03-1997	AT 254811 T 15-12-2003
			CA 2184682 A1 05-03-1997
			DE 69630746 D1 24-12-2003
			DE 69630746 T2 30-09-2004
			JP 2728200 B2 18-03-1998
			JP 9074239 A 18-03-1997
